

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВЛАСНИХ КОЛИВАНЬ ПРУЖНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТА КОНІЧНИХ ОБОЛОНОК, ЧАСТКОВО ЗАПОВНЕНИХ РІДИНОЮ

Гнитько В.І., Науменко Ю.В., Тишковець О.В.

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Проблема плескань рідини в контейнерах і баках знаходиться в центрі уваги багатьох дослідників. Інтенсивний рух вільної поверхні рідини, що знаходиться в резервуарі під дією раптово прикладеного навантаження, може призвести до руйнування конструкції або до втрати стійкості. Особливої уваги заслуговує вивчення сумісного впливу рухомої рідини та пружності оболонки, в якій рідина зберігається.

В роботі надано аналіз низькочастотних коливань циліндричних, складених циліндрично-конічних та усічених конічних пружних оболонок, заповнених рідиною. Припускається, що рідина є ідеальною нестисливою, а її рух є безвихровим. В цих умовах існують потенціал швидкостей, який задовольняє рівнянню Лапласа. Тиск рідини на поверхнях резервуару визначається з лінеаризованого інтегралу Коши-Лагранжа. Потенціал швидкостей відшукується у вигляді суми двох невідомих потенціалів: перший – відповідає коливанням пружної оболонки без урахування сили тяжіння, а другий – описує коливання рідини в жорсткій оболонці з урахуванням сили тяжіння. Обидва потенціали розкладаються в ряди по відповідним базисним функціям, які є розв'язками мішаних крайових задач для рівняння Лапласа; для їх обчислення використовується інтегральне подання, засноване на другій тотожності Гріна. При застосуванні прямого формулювання методу потенціалу, отримані системи сингулярних інтегральних рівнянь. Задачу гідропружності розв'язано з використанням комбінації одновимірних методів граничних та скінченних елементів. Цей підхід істотно скорочує час розрахунків і відкриває нові якісні можливості для моделювання динамічної поведінки оболонкових конструкцій.

Аналіз результатів показав наступне: різниця між частотами плескань для циліндричної і складеної циліндрично-конічної оболонок виявилась істотною лише у випадку малої циліндричної частини в складеній оболонці; нижча частота відповідає першій неосесиметричній моді для обох типів оболонок; некоректним виявилось припущення про поділення спектру частот на два спектри: частоти саме плескань та частоти коливань пружних стінок оболонки; з'ясовано, що частоти плескань можуть чергуватися з частотами коливань пружних стінок.